

## Viskositätssensoranordnung

### STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Viskositätssensoranordnung.

Bei der Überwachung von Flüssigkeiten, insbesondere flüssiger Motorbetriebsstoffe, wie z.B. Motoröl, können mehrere chemische und physikalische Eigenschaften der Flüssigkeit zur Überwachung ihres "Zustandes" herangezogen werden. Ein wichtiges Bewertungskriterium für den aktuellen Flüssigkeitszustand ist dabei die Viskosität  $\eta$ , die mit Hilfe eines Viskositätssensors gemessen werden kann.

Zur Viskositätsmessung werden seit geraumer Zeit piezoelektrische Dickenschwinger, welche beispielsweise aus Quarz hergestellt sind, verwendet. Siehe dazu beispielsweise S. J. Martin et. al., Sens. Act. A 44 (1994) Seiten 209-218. Wird ein solcher Dickenschwinger in eine viskose Flüssigkeit getaucht, so ändern sich die Resonanzfrequenz der Eigenschwingung und deren Dämpfung in Abhängigkeit von der Viskosität und der Dichte der viskosen Flüssigkeit. Da die Dichte für typische Flüssigkeiten in weit geringerem Maße variiert als die Viskosität, stellt ein derartiges Bauteil praktisch einen Viskositätssensor dar.

Die DE 101 12433 A1 offenbart eine Viskositätssensoranordnung mit einer piezo-elektrischen Sensoreinrichtung, die sich vollständig in der zu messenden Flüssigkeit befindet und elektrische Kontaktstellen für eine elektrische Ansteuerung aufweist, die bezüglich der Flüssigkeit resistent sind und mit elektrischen Zufuhrleitungen, die bezüglich der Flüssigkeit resistent sind und die einerseits mit einer Ansteuer-/ Auswertelektronik außerhalb der Flüssigkeit und andererseits mit den Kontaktstellen der Sensoreinrichtung mittels eines geeigneten mit Metallteilchen versehenen Leitklebstoffes verbunden sind.

Da die Viskosität bei den meisten Flüssigkeiten stark temperaturabhängig ist, ist eine gleichzeitige Erfassung der Temperatur  $T$  mit Hilfe eines Temperatursensors zur Bewertung der Messdaten notwendig. Jede Flüssigkeit hat zudem eine von ihrem Zustand abhängende typische Temperatur- Viskositätscharakteristik  $\{ \eta(T), T \}$ , die man leicht durch Messen von verschiedenen Viskositäts-

Temperatur-Wertepaaren  $\{\eta(T), T\}$  und Interpolation ermitteln kann. Diese Charakteristik kann neben der Erfassung des Absolutwertes der Viskosität, z.B. bei einer festen Temperatur zur Beurteilung des Zustandes der Flüssigkeit herangezogen werden. Eine Ermittlung der  $T$ - $\eta$ -Charakteristik ist dann besonders leicht möglich, wenn sich die Flüssigkeit im Betrieb über einen großen Temperaturbereich erwärmt und wieder abkühlt, wie dies der Fall bei z.B. Motoröl ist.

Derzeit werden zur Erfassung der Viskosität Sensorpaare, bestehend aus einem Viskositätssensor und einem Temperatursensor eingesetzt, wobei die beiden Elemente räumlich voneinander getrennt sind und nicht im direkten thermischen Kontakt miteinander stehen. Das Fehlen dieses thermischen Kontaktes führt besonders bei schnellen Temperaturänderungen (z.B. in der Aufwärmphase des Motors) und Temperaturschwankungen (inhomogene Temperaturverteilung) in der Flüssigkeit zu einer Temperaturdifferenz zwischen den beiden Sensorelementen. Verstärkt wird dieser Effekt noch dadurch, dass die beiden Sensorelemente aufgrund ihrer unterschiedlichen Massen und Materialien unterschiedlich schnell auf die Temperaturänderungen reagieren. Die vom Temperatursensor angezeigte Temperatur entspricht in einem solchen Fall also nicht der Temperatur, die am Viskositätssensor vorliegt. Die Folge ist ein Temperatur-Viskositäts-Messwertepaar, das vom wahren Verlauf der  $T$ - $\eta$ -Charakteristik abweicht und das zu einer falschen Interpretation sowohl des Viskositäts-Absolutwertes als auch der charakteristischen  $T$ - $\eta$ -Kurve führt.

Ein Beispiel für diesen Zusammenhang ist in Fig. 5 zu sehen. Der in diesem Fall sehr lineare wahre Verlauf C1 zwischen Temperatur  $T$  und Viskositätsmesssignal  $\eta(T)$  wird durch die räumliche Trennung von Viskositätssensor und Temperatursensor und durch die sehr unterschiedlichen "Reaktionszeiten" nicht korrekt erfasst. Beim schnellen Aufheizen und anschließendem Abkühlen beobachtet man im Gegensatz zum eigentlichen linearen Verlauf C1 einen Hysterese-Verlauf C2. Nur in den Punkten, in denen eine Angleichung der Temperaturen zwischen Viskositätssensor und Temperatursensor möglich war (geringer Temperaturgradient zu Beginn und zum Ende der Messung, sowie kurz vor Erreichen der hohen Temperatur) liegen die gemessenen Wertepaare  $\{\eta(T), T\}$  auf dem wahren Verlauf der  $T$ - $\eta$ -Kurve.

Weitere wichtige Größen als Bewertungskriterien für den aktuellen Flüssigkeitszustand sind die relative Dielektrizitätskonstante und die Leitfähigkeit, die mit einem kapazitiven Sensor, zumeist realisiert durch kapazitive Strukturen, gemessen werden können. Auch bei diesen Größen erweist sich eine Erfassung durch getrennte Sensoren als nachteilhaft. Insbesondere haben die oben geschilderten Temperaturdifferenzen auch hierbei zumindest indirekte Auswirkungen auf die erfassten Messsignale.

## VORTEILE DER ERFINDUNG

Die erfindungsgemäße Viskositätssensoranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist gegenüber den bekannten Lösungsansätzen den Vorteil auf, dass durch eine räumliche Kombination von Viskositätssensor und mindestens einem weiteren Sensor in einem einzigen Sensorelement den beschriebenen Nachteilen, die durch die räumliche Trennung herrühren, entgegengewirkt werden kann.

Die der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende Idee besteht darin, mindestens eine zweite Sensoreinrichtung zum Erfassen der zumindest einen weiteren Flüssigkeitseigenschaft auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung vorzusehen, die elektrische Kontaktstellen auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung für eine elektrische Ansteuerung aufweist.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des Gegenstandes der Erfindung.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die piezo-elektrische Viskositätssensoreinrichtung als scheibenförmiger Quarzkristall ausgebildet, der durch die elektrische Ansteuerung zu Scherschwingungen anregbar ist, wobei die Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung auf der Vorder- und Rückseite des scheibenförmiger Quarzkristall ausgebildet sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung lassen die Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung die Vorder- und Rückseite in einem Randbereich frei, wobei in dem Randbereich die zweite Sensoreinrichtung vorgesehen ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite Sensoreinrichtung elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung vorgesehen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die elektrischen Kontaktstellen elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen der Viskositätssensoreinrichtung vorgesehen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die ersten elektrischen Zufuhrleitungen als Kontaktfedern ausgebildet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die zweiten elektrischen Zufuhrleitungen als Kontaktfedern ausgebildet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die ersten und zweiten Kontaktfedern in zweipoligen Kontaktfedern zusammengefasst.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung befindet sich die Viskositätssensoreinrichtung in einem Schutzbehälter mit einem Boden und einer Kappe, der in die Flüssigkeit einbringbar ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die ersten und zweiten elektrischen Zuführleitungen über Durchführungen, insbesondere Glasdurchführungen, in der Kappe und/oder dem Boden des Schutzbehälters aus dem Behälter herausgeführt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite Sensoreinrichtung eine Temperatursensoreinrichtung.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite Sensoreinrichtung eine kapazitive Sensoreinrichtung.

## ZEICHNUNGEN

Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau;
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau;
- Fig. 3 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau;
- Fig. 4 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau; und

Fig. 5 einen linearen wahren Verlauf C1 und einen erfassten Hysterese-Verlauf C2 der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur bei getrenntem Sensorpaar.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Gemäß Fig. 1 ist ein Behälter 2 zweiteilig, bestehend aus einem Boden 20 und einer darauf lösbar angebrachten Kappe 21, ausgebildet und befindet sich vollständig in einer zu messenden Flüssigkeit 10. Die Kappe 21 weist seitlich und/oder oben angeordnete Öffnungen 4 für einen Flüssigkeitsaustausch auf, wobei die weiter oben angeordnete Öffnung vorteilhafterweise als Flüssigkeits-Einlass und die weiter unten angeordnete Öffnung vorteilhaft als Flüssigkeits-Auslass dienen. Der Boden 20 des Behälters 2 weist zwei Paare von Glasdurchführungen 3 bzw. 3' auf.

Die gesamte Sensoranordnung 1 befindet sich, wie oben bereits beschrieben, in einer Flüssigkeit 10, von welcher die Viskosität bzw. andere Flüssigkeitseigenschaften zu messen sind. Durch die Öffnungen 4 ist somit auch der gesamte Behälter 2 mit der Flüssigkeit 10 gefüllt.

In dem vorliegenden ersten Ausführungsbeispiel wird als Flüssigkeit 10 Öl verwendet, wobei die verwendeten Materialien auf dieses Ausführungsbeispiel ausgelegt sind. Jedoch sind andere Flüssigkeiten mit entsprechend geeigneten Materialien vorstellbar

Ein Viskositätssensor 5, beispielsweise ein piezoelektrischer Quarzkristall, ist scheibenförmig ausgebildet und vollständig in die Flüssigkeit 10 in dem Behälter 2 eingetaucht. Der scheibenförmige Viskositätssensor 5 besitzt zwei elektrische Kontaktstellen 6, jeweils eine auf der Vorder- und eine auf der Rückseite, die gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als Gold- oder Chromelektroden 6 ausgebildet sind. Bei einer spezifischen Anwendung in Öl, beispielsweise Motor- oder Getriebe öl, haben sich Gold- oder Chromelektroden als besonders robuste Materialien erwiesen.

Die Kontaktstellen 6 sind über einen geeigneten Leitklebstoff 8 mit elektrischen Zuführleitungen 7 verbunden, die gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als vergoldete oder verchromte Drähte ausgebildet sind. Auch diese vergoldeten bzw. verchromten Drähte haben sich bei einer spezifischen Anwendung in Öl als besonders robuste Leitermaterialien erwiesen. Die elektrischen Zuführleitungen

7 sind zusätzlich als geschlitzte Kontaktfedern 7 für eine mechanische Aufnahme der piezoelektrischen Quarzscheibe ausgebildet.

Der Leitklebstoff 8 gewährleistet die elektrische und mechanische Kontaktierung der piezoelektrischen Quarzscheibe 5 mit den Kontaktfedern 7 an den Kontaktstellen 6. Der isotrop elektrisch leitende Klebstoff 8 besteht gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vorteilhaft aus Epoxidharz, Phenolharz und/oder Polyimid. Vorzugsweise basiert das Material des Leitklebstoffes 8 auch aus einer Epoxy-Phenolbasis. Die isotropen Leitklebstoffe 8 sind mit Metallteilchen, vorzugsweise Nickel- und/oder Goldteilchen, in Flake- oder Kugelform bzw. Mischungen daraus versehen. Dabei besitzen die Nickel- bzw. Goldteilchen eine Teilchengröße von etwa 2 µm bis 20 µm. Die Konzentration der Nickel- bzw. Goldteilchen in dem Leitklebstoff 8 beträgt in etwa 75 bis 95 Gew.-%.

Die elektrischen Zufuhrleitungen 7 können entweder direkt durch den Boden 20 des Behälters 2 mittels den Glasdurchführungen 3 geführt sein, oder durch geeignete Verbindungstechniken, beispielsweise Schweißen mit entsprechenden Anschlussdrähten im Boden 20 des Behälters 2 verbunden sein. Entscheidend ist, dass eine elektrische Verbindung der Sensoreinrichtung 5 über die Kontaktstellen 6 und den elektrischen Zufuhrleitungen 7 mit einer Ansteuer-/Auswerteelektronik außerhalb des Behälters 2 für eine elektrische Ansteuerung der Sensoreinrichtung 5 und eine anschließende Auswertung der Ergebnisse hergestellt wird, wobei die verwendeten Kontaktstellen 6, Leitklebstoffe 8 und elektrischen Zufuhrleitungen 7 bezüglich der zu messenden Flüssigkeit 10 resistent sind.

Um einen möglichst guten räumlichen Überlapp zwischen einem Temperatursensor 50 beispielsweise in Form eines Platinwiderstandes und dem Viskositätssensor 5 sowie eine möglichst gute thermische Anbindung zwischen beiden zu erreichen, wird der Temperatursensor 50 direkt auf die Quarzscheibe des Viskositätssensors 5 aufgebracht. Bei der Platzierung des Temperatursensors 50 ist folgendes zu beachten:

Das Aufbringen darf nur zu einer kleinen zusätzlichen (konstanten) Dämpfung des Quarzes führen, der Temperatursensor 50 muss elektrisch von den Quarzelektroden 6 getrennt sein, und durch die Messmethode darf keine zusätzliche Schwingung des Quarzes angeregt werden.

Deshalb ist der Temperatursensor 50 bei der ersten Ausführungsform im Quarz-Randbereich außerhalb des Elektrodenbereichs, wo die Scherschwingung schon stark abgeklungen ist, angebracht.

Der Temperatursensor 50 besitzt ebenfalls zwei Kontaktstellen, welche über ein weiteres Paar von Kontaktfedern 7' kontaktiert werden. Die Kontaktfedern 7' sind ebenfalls mit einem Leitkleber auf die

Kontaktstellen geklebt und sind durch die Glasdurchführungen 3' nach außerhalb des Behälters 2 geführt, wo die Signale des Temperatursensors abgegriffen werden können.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Bei der zweiten Ausführungsform ist eine Aufbringung eines Temperatursensors 50' direkt auf der Elektrode 6 in deren Zentrum realisiert, was besonders bei Thermoelementen und Dünnschichtwiderständen vorteilhaft ist. Zur elektrischen Isolation ist zwischen der Elektrode 6 und dem Temperatursensor 50' eine (nicht gezeigte) Isolationsschicht vorgesehen.

Die elektrische Anbindung des Temperatursensors 50' erfolgt dabei über von der Elektrode 6 isolierte Leiterbahnen 52, die in Kontaktstellen 58 enden. Die Kontaktfedern 7" sind bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel zweiadrig gestaltet und weisen jeweils zwei Kontaktbereiche 7a, 7b auf, wobei die Kontaktbereiche 7a die Elektroden 6 kontaktieren und die Kontaktbereiche 7b die Kontaktbereiche 58 kontaktieren. Die Kontaktbereiche 7a, 7b sind ebenfalls mit einem Leitkleber auf die entsprechenden Kontaktstellen geklebt. So lassen sich die Signale des Viskositätssensors 5 und des Temperatursensors 50' über ein einziges Paar von Kontaktfedern 7" getrennt nach außerhalb des Behälters 2 zur Weiterverarbeitung leiten.

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Bei der dritten Ausführungsform ist anstelle des Temperatursensors 50 der ersten Ausführungsform ein kapazitiver Sensor 60 im Quarz-Randbereich außerhalb des Elektrodenbereichs, wo die Scherschwingung schon stark abgeklungen ist, angebracht. Weiterhin sind anstelle der Kontaktfedern 3' flexible Anschlussdrähte 3', zum Anschluss des kapazitiven Sensors 60 vorgesehen.

Ansonsten ist die dritte Ausführungsform mit der ersten Ausführungsform identisch.

Fig. 4 zeigt eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Viskositätssensoranordnung und deren Aufbau.

Bei der vierten Ausführungsform ist anstelle des Temperatursensors 50' der zweiten Ausführungsform ein kapazitiver Sensor 60' direkt auf der Elektrode 6 in deren Zentrum isoliert angebracht.

Ansonsten ist die vierte Ausführungsform mit der zweiten Ausführungsform identisch.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

So können andere Flüssigkeiten als Öl vermessen werden, wobei in bezug auf diese Flüssigkeit resistente Kontaktstellenmaterialien, Leitklebstoffe mit entsprechenden Metallteilchen und elektrische Zufuhrleitungsmaterialien zu verwenden sind.

Als weitere Variante wäre eine Platzierung eines weiteren Sensors an den Kontaktfedern oder an der Bodenplatte des Quarzresonators denkbar.

Für alle Varianten können unterschiedliche Temperatursensoren eingesetzt werden: z.B. temperaturabhängige Widerstände (z.B. Pt-Dünnschichtwiderstände) oder Thermoelemente. Des weiteren ist es auch denkbar, den TS direkt durch Aufbringung einer Metallisierung auf dem Quarzsubstrat deren elektrischer Widerstand sich über der Temperatur verändert, zu realisieren.

Ebenso können auch andere kapazitive Sensoren eingesetzt werden.

Auch ist die Erfindung nicht auf die gezeigten Anbringungsorte der Zusatzsensoren beschränkt. Lediglich wichtig ist, dass der Zusatzsensor weder die elektrische Ansteuerung noch die mechanischen Resonanzeigenschaften des Viskositätssensors negativ beeinflusst.

Auch ist es auch denkbar, mehr als zwei Sensoren neben dem Viskositätssensor vorzusehen, z.B. eine Dreifach-Kombination aus Viskositätssensor, Temperatursensor und kapazitiven Sensor.

Im obigen war der Quarz in einem Schutzbehälter mit Kappe und Bodenplatte. Dies ist nicht zwangsläufig notwendig. Ebenso ist es denkbar, dass der Quarz komplett ohne Kappe bzw. ohne Kappe und Bodenplatte in die Flüssigkeit taucht. Eine Durchführung in einen flüssigkeitsfreien Außenraum kann auch unterhalb der Bodenplatte realisiert werden, bzw. es kann eine zusätzliche Kontaktstelle zwischen den Kontaktfederbeinchen und einer weiteren Durchführung in den Außenraum geben.

Schließlich ist die Verwendung von Kontaktfedern als Kontaktelementen nicht unbedingt notwendig.



## BEZUGSZEICHENLISTE

1	Visositätssensoranordnung
2	Behälter
3,3'	Glasdurchführungen
4	Öffnungen
5	Quarzsensoren
6	Kontaktstellen
7,7'	Kontaktfedern
7'	flexible Drähte
7a,7b	Kontaktbereiche
8	Leitklebstoff
10	Flüssigkeit
20	Boden
21	Kappe
50,50'	Temperatursensor
60,60'	kapazitiver Sensor
52	Leiterbahnen
58	Kontaktstellen

## PATENTANSPRÜCHE

1. Viskositätssensoranordnung zur Messung der Viskosität einer Flüssigkeit (10) und zumindest einer weiteren Flüssigkeitseigenschaft mit:

einer piezo-elektrischen Viskositätssensoreinrichtung (5), die sich vollständig in der zu messenden Flüssigkeit (10) befindet und elektrische Kontaktstellen (6) für eine elektrische Ansteuerung von Volumenschwingungen auf ihrer Oberfläche aufweist, die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind;

ersten elektrischen Zufuhrleitungen (7), die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind und die einerseits mit einer Ansteuer-/ Auswerteelektronik außerhalb der Flüssigkeit (10) und andererseits mit den Kontaktstellen (6) auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) verbunden sind; und

einer zweiten Sensoreinrichtung (50; 50'; 60; 60') zum Erfassen der zumindest einen weiteren Flüssigkeitseigenschaft, welche auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) vorgesehen ist und elektrische Kontaktstellen (58) auf der Oberfläche der Viskositätssensoreinrichtung (5) für eine elektrische Ansteuerung aufweist, die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind; und

zweiten elektrischen Zufuhrleitungen (7' 7'') die bezüglich der Flüssigkeit (10) resistent sind und die einerseits mit der Ansteuer-/ Auswerteelektronik außerhalb der Flüssigkeit (10) und andererseits mit den Kontaktstellen der zweiten Sensoreinrichtung (50; 50'; 60; 60') verbunden sind.

2. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die piezo-elektrische Viskositätssensoreinrichtung (5) als scheibenförmiger Quarzkristall ausgebildet, der durch die elektrische Ansteuerung zu Scherschwingungen anregbar ist, dass die Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) auf der Vorder- und Rückseite des scheibenförmiger Quarzkristall ausgebildet sind.
3. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) die Vorder- und Rückseite in einem Randbereich freilassen und in dem Randbereich die zweite Sensoreinrichtung (50; 60) vorgesehen ist.

4. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (50'; 60') elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) vorgesehen ist.
5. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Kontaktstellen (58) elektrisch isoliert auf den Kontaktstellen (6) der Viskositätssensoreinrichtung (5) vorgesehen sind.
6. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten elektrischen Zufuhrleitungen (7) als Kontaktfedern ausgebildet sind.
7. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten elektrischen Zufuhrleitungen (7') als Kontaktfedern ausgebildet sind.
8. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Kontaktfedern (7; 7') in zweipoligen Kontaktfedern zusammengefasst sind.
9. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Viskositätssensoreinrichtung (5) in einem Schutzbehälter (2) mit einem Boden (20) und einer Kappe (21) befindet, der in die Flüssigkeit (10) einbringbar ist.
10. Viskositätssensoranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten elektrischen Zufuhrleitungen (7; 7'; 7'') über Durchführungen (3), insbesondere Glasdurchführungen (3), in der Kappe (21) und/oder dem Boden (20) des Schutzbehälters (2) aus dem Behälter (2) herausgeführt sind.
11. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (50; 50') eine Temperatursensoreinrichtung ist.
12. Viskositätssensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sensoreinrichtung (60; 60') eine kapazitive Sensoreinrichtung ist.

1 / 3

Fig. 1

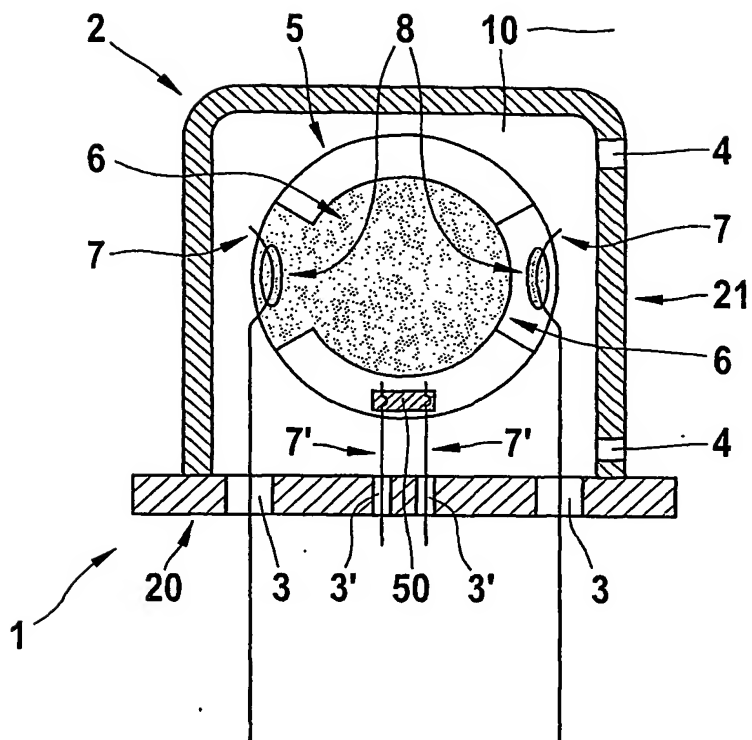
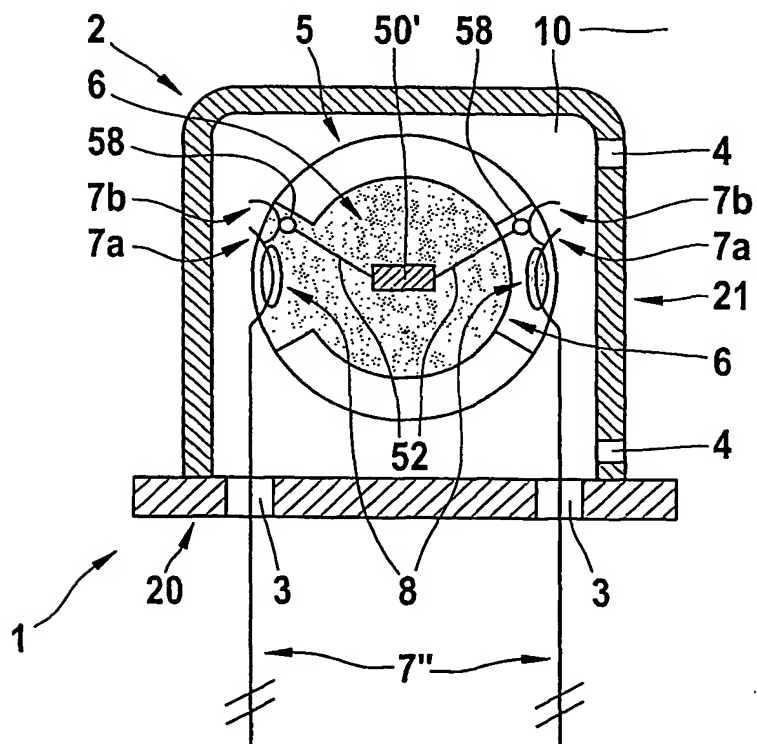


Fig. 2



2 / 3

Fig. 3

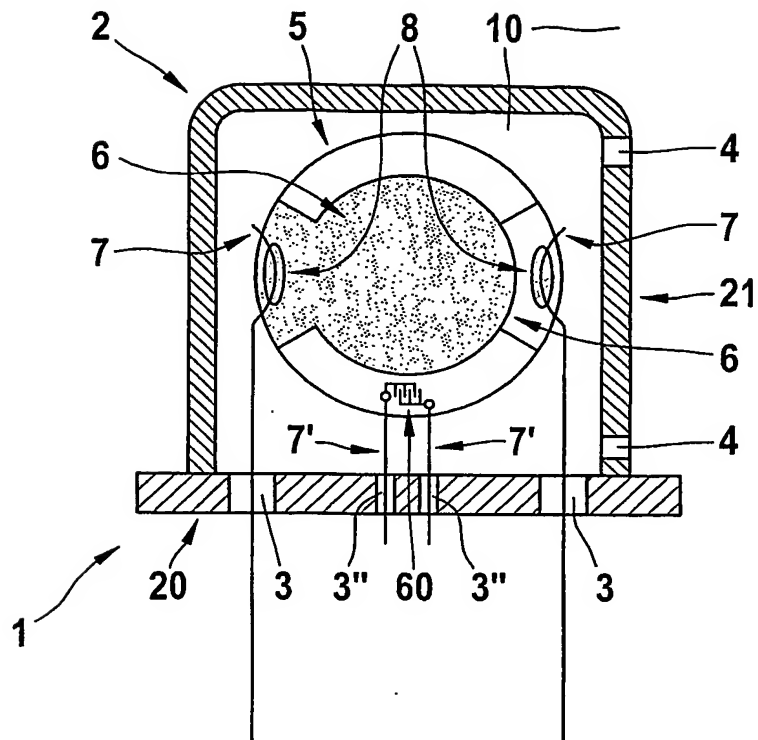
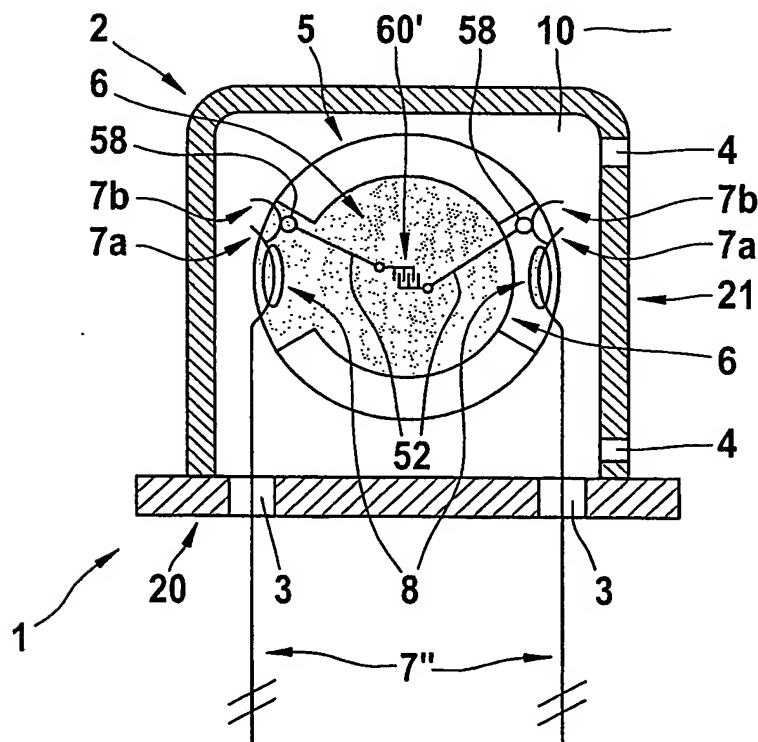
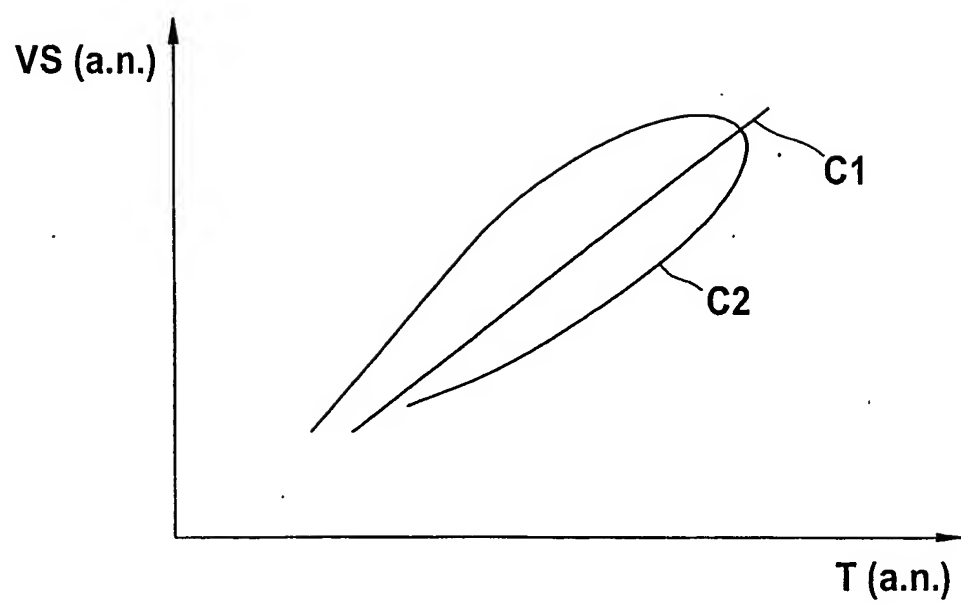


Fig. 4



3 / 3

Fig. 5



International Application No  
PCT/DE2004/001446

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 GOIN

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 52 777 A (HYDAC ELECTRONIC GMBH) 15 May 2003 (2003-05-15) paragraph '0021! paragraphs '0031!, '0032! paragraphs '0036!, '0038!, '0039!, '0042!, '0043!, '0046! paragraphs '0047!, '0048! figures 1,2	1-12
X	DE 196 44 290 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 7 May 1998 (1998-05-07) column 3, line 12 - column 4, line 54 column 6, line 11 - line 20 claim 3 figures 1,2	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T"** later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X"** document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y"** document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&"** document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2004

Date of mailing of the international search report

01/12/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Timonen, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/001446

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 223 588 B1 (BURGASS RHODERICK WILLIAM ET AL) 1 May 2001 (2001-05-01) column 2, line 57 - column 3, line 3 column 3, line 40 - line 45 column 4, line 55 - line 57 column 5, line 62 - column 6, line 6 column 6, line 52 - line 60 figures 1a-3	1-12
A	DE 101 12 433 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2 October 2002 (2002-10-02) cited in the application the whole document	1-12
A	US 4 741 200 A (HAMMERLE ROBERT H) 3 May 1988 (1988-05-03) figures 1a,1b column 3, line 15 - line 65	1-12
A	GB 2 366 384 A (ASH DEAN CHRISTOPHER ; BARNES CHRISTOPHER (GB); JOYCE MALCOLM JOHN (GB) 6 March 2002 (2002-03-06) the whole document	1-12
A	DE 41 31 969 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 8 April 1993 (1993-04-08) the whole document	1-12
A	US 6 023 961 A (FEKE DONALD L ET AL) 15 February 2000 (2000-02-15) the whole document	1-12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001446

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10152777	A	15-05-2003	DE 10152777 A1 WO 03038394 A2 EP 1444498 A2	15-05-2003 08-05-2003 11-08-2004
DE 19644290	A	07-05-1998	DE 19644290 A1	07-05-1998
US 6223588	B1	01-05-2001	AU 6927598 A DE 69816431 D1 DE 69816431 T2 EP 0972185 A1 WO 9845691 A1 NO 994831 A	30-10-1998 21-08-2003 15-04-2004 19-01-2000 15-10-1998 06-12-1999
DE 10112433	A	02-10-2002	DE 10112433 A1 JP 2002323424 A US 2002170341 A1	02-10-2002 08-11-2002 21-11-2002
US 4741200	A	03-05-1988	NONE	
GB 2366384	A	06-03-2002	NONE	
DE 4131969	A	08-04-1993	DE 4131969 A1 WO 9306345 A1	08-04-1993 01-04-1993
US 6023961	A	15-02-2000	US 6546785 B1 US 6324899 B1 US 6196057 B1 US 6286363 B1 US 6434512 B1	15-04-2003 04-12-2001 06-03-2001 11-09-2001 13-08-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001446

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 G01N11/10		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte(r) Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01N		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 52 777 A (HYDAC ELECTRONIC GMBH) 15. Mai 2003 (2003-05-15) Absatz '0021! Absätze '0031!, '0032! Absätze '0036!, '0038!, '0039!, '0042!, '0043!, '0046! Absätze '0047!, '0048! Abbildungen 1,2	1-12
X	DE 196 44 290 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 7. Mai 1998 (1998-05-07) Spalte 3, Zeile 12 - Spalte 4, Zeile 54 Spalte 6, Zeile 11 - Zeile 20 Anspruch 3 Abbildungen 1,2  ----- -/--	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</li> <li>* "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</li> <li>* "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</li> <li>* "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</li> <li>* "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</li> <li>* "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</li> <li>* "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</li> <li>* "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</li> <li>* "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</li> <li>* "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</li> </ul>		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche  19. November 2004		Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts  01/12/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3018		Bevollmächtigter Bediensteter  Timonen, T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001446

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 223 588 B1 (BURGASS RHODERICK WILLIAM ET AL) 1. Mai 2001 (2001-05-01) Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 3, Zeile 3 Spalte 3, Zeile 40 - Zeile 45 Spalte 4, Zeile 55 - Zeile 57 Spalte 5, Zeile 62 - Spalte 6, Zeile 6 Spalte 6, Zeile 52 - Zeile 60 Abbildungen 1a-3	1-12
A	DE 101 12 433 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2. Oktober 2002 (2002-10-02) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12
A	US 4 741 200 A (HAMMERLE ROBERT H) 3. Mai 1988 (1988-05-03) Abbildungen 1a,1b Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 65	1-12
A	GB 2 366 384 A (ASH DEAN CHRISTOPHER ; BARNES CHRISTOPHER (GB); JOYCE MALCOLM JOHN (GB) 6. März 2002 (2002-03-06) das ganze Dokument	1-12
A	DE 41 31 969 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 8. April 1993 (1993-04-08) das ganze Dokument	1-12
A	US 6 023 961 A (FEKE DONALD L ET AL) 15. Februar 2000 (2000-02-15) das ganze Dokument	1-12

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001446

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10152777 A	15-05-2003	DE 10152777 A1 WO 03038394 A2 EP 1444498 A2	15-05-2003 08-05-2003 11-08-2004
DE 19644290 A	07-05-1998	DE 19644290 A1	07-05-1998
US 6223588 B1	01-05-2001	AU 6927598 A DE 69816431 D1 DE 69816431 T2 EP 0972185 A1 WO 9845691 A1 NO 994831 A	30-10-1998 21-08-2003 15-04-2004 19-01-2000 15-10-1998 06-12-1999
DE 10112433 A	02-10-2002	DE 10112433 A1 JP 2002323424 A US 2002170341 A1	02-10-2002 08-11-2002 21-11-2002
US 4741200 A	03-05-1988	KEINE	
GB 2366384 A	06-03-2002	KEINE	
DE 4131969 A	08-04-1993	DE 4131969 A1 WO 9306345 A1	08-04-1993 01-04-1993
US 6023961 A	15-02-2000	US 6546785 B1 US 6324899 B1 US 6196057 B1 US 6286363 B1 US 6434512 B1	15-04-2003 04-12-2001 06-03-2001 11-09-2001 13-08-2002